

**LIGHT-EMITTING DEVICE****Publication number:** JP2002203687 (A)**Publication date:** 2002-07-19**Inventor(s):** SEO TETSUSHI**Applicant(s):** SEMICONDUCTOR ENERGY LAB**Classification:**

- international: **H05B33/26; G09F9/00; G09F9/30; H01L27/32; H01L51/50; H05B33/10; H05B33/14; H05B33/22; H05B33/26; G09F9/00; G09F9/30; H01L27/28; H01L51/50; H05B33/10; H05B33/14; H05B33/22; (IPC1-7): H05B33/26; G09F9/00; G09F9/30; H05B33/10; H05B33/14; H05B33/22**

- European:

**Application number:** JP20010329147 20011026**Priority number(s):** JP20010329147 20011026; JP20000327699 20001026**Abstract of JP 2002203687 (A)**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a light-emitting device and an electric apparatus that are bright, of low electric consumption and low cost. SOLUTION: By having an organic EL material in the metal oxide porous body containing heavy atoms, phosphorescence emission of the organic EL material, in which normally only fluorescence is observed, can be promoted and thereby an organic EL element capable of phosphorescence emission is obtained. This element has a high luminous efficiency as it can utilize phosphorescence and can be manufactured at low cost as the conventional organic EL material can be used. Using this organic EL element, a light-emitting device and an electric apparatus are manufactured.

---

Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-203687

(P2002-203687A)

(43) 公開日 平成14年7月19日 (2002. 7. 19)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト* (参考)
H 0 5 B 33/26		H 0 5 B 33/26	Z 3 K 0 0 7
G 0 9 F 9/00	3 3 8	G 0 9 F 9/00	3 3 8 5 C 0 9 4
	3 4 8		3 4 8 C 5 G 4 3 5
9/30	3 3 0	9/30	3 3 0 Z
	3 6 5		3 6 5 Z
審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 17 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-329147(P2001-329147)

(22) 出願日 平成13年10月26日 (2001. 10. 26)

(31) 優先権主張番号 特願2000-327699(P2000-327699)

(32) 優先日 平成12年10月26日 (2000. 10. 26)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000153878

株式会社半導体エネルギー研究所

神奈川県厚木市長谷398番地

(72) 発明者 瀬尾 哲史

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半

導体エネルギー研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光装置

(57) 【要約】

【課題】 明るく低消費電力で、安価な発光装置および電気器具を提供する。

【解決手段】 重い原子を含む金属酸化物多孔体中に有機EL材料を存在させることにより、通常は蛍光しか観測されない有機EL材料の燐光発光を促進することが可能であるため、燐光発光する有機EL素子が得られる。この素子は、燐光を利用できることから発光効率が高く、なおかつ従来の有機EL材料を用いることができるため安価に製造できる。この有機EL素子を用いて発光装置および電気器具を作製する。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】陽極層と、陰極層と、前記陽極層および前記陰極層の間に設けられた有機化合物層と、からなる有機EL素子を用いた発光装置において、前記陽極層または前記陰極層のうち少なくとも一方は、陽極酸化処理によって形成された酸化被膜を有し、前記酸化被膜が前記有機化合物層に接していることを特徴とする発光装置。

【請求項2】陽極層と、陰極層と、前記陽極層および前記陰極層の間に設けられた有機化合物層と、からなる有機EL素子を用いた発光装置において、前記陽極層または前記陰極層のうち少なくとも一方は、ルビジウム以上の原子番号を有する金属からなり、かつ、陽極酸化処理によって形成された酸化被膜を有しており、前記酸化被膜が前記有機化合物層に接していることを特徴とする発光装置。

【請求項3】陽極層と、陰極層と、前記陽極層および前記陰極層の間に設けられた有機化合物層と、からなる有機EL素子を用いた発光装置において、前記陽極層は、周期表第4族、第5族、および第6族からなる群より選ばれる少なくとも一種類以上の金属元素からなり、かつ、陽極酸化処理によって形成された酸化被膜を有しており、前記酸化被膜が前記有機化合物層に接していることを特徴とする発光装置。

【請求項4】請求項3に記載の発光装置において、前記金属元素は、チタン、タンタル、またはタングステンであることを特徴とする発光装置。

【請求項5】陽極層と、陰極層と、前記陽極層および前記陰極層の間に設けられた有機化合物層と、からなる有機EL素子を用いた発光装置において、前記陽極層または前記陰極層のうち少なくとも一方と前記有機化合物層との間に、ゾルーゲル法によって形成された金属酸化物層が設けられていることを特徴とする発光装置。

【請求項6】陽極層と、陰極層と、前記陽極層および前記陰極層の間に設けられた有機化合物層と、からなる有機EL素子を用いた発光装置において、前記陽極層または前記陰極層のうち少なくとも一方と前記有機化合物層との間に、ゾルーゲル法によって形成された金属酸化物層が設けられ、前記金属酸化物層はルビジウム以上の原子番号を有する金属元素を含むことを特徴とする発光装置。

【請求項7】陽極層と、陰極層と、前記陽極層および前記陰極層の間に設けられた有機化合物層と、からなる有機EL素子を用いた発光装置において、前記陽極層と前記有機化合物層との間に、ゾルーゲル法によって形成された金属酸化物層が設けられ、前記陽極層および前記金属酸化物層は、周期表第4族、第5族、および第6族からなる群より選ばれる少なくとも一種類以上の金属元素を含むことを特徴とする発光装置。

【請求項8】請求項7に記載の発光装置において、前記金属元素は、チタン、タンタル、またはタングステンで

あることを特徴とする発光装置。

【請求項9】陽極層と、陰極層と、前記陽極層および前記陰極層の間に設けられた有機化合物層と、からなる有機EL素子を用いた発光装置において、前記有機化合物層は、ゼオライトを含有するかまたはゼオライトに接していることを特徴とする発光装置。

【請求項10】陽極層と、陰極層と、前記陽極層および前記陰極層の間に設けられた有機化合物層と、からなる有機EL素子を用いた発光装置において、前記有機化合物層は、ゼオライトを含有するかまたはゼオライトに接しており、前記ゼオライトはルビジウム以上の原子番号を有する金属元素を含むことを特徴とする発光装置。

【請求項11】陽極層と、陰極層と、前記陽極層および前記陰極層の間に設けられた有機化合物層と、からなる有機EL素子を用いた発光装置において、前記有機化合物層は、ゼオライトを含有するかまたはゼオライトに接しており、前記ゼオライトはアルカリ金属元素またはアルカリ土類金属元素を含むことを特徴とする発光装置。

【請求項12】請求項11に記載の発光装置において、前記ゼオライトは、ルビジウム、ストロンチウム、セシウム、またはバリウム元素を含むことを特徴とする発光装置。

【請求項13】請求項1乃至請求項12のいずれか一項に記載の発光装置を用いたことを特徴とする電気器具。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する分野】本発明は、陽極層と、陰極層と、電場を加えることでルミネッセンス (Electro Luminescence: 以下、「EL」と記す) が得られる有機化合物を含む層 (以下、「有機化合物層」と記す) と、からなる素子 (以下、「有機EL素子」と記す) を光源として用いた発光装置に関する。有機化合物におけるELには、一重項励起状態から基底状態に戻る際の発光 (蛍光) と三重項励起状態から基底状態に戻る際の発光 (燐光) があるが、本発明では特に、無機材料の多孔体を有機化合物層に接触させることによって燐光の発生を促進しうる発光装置に関する。なお、本明細書中における発光装置とは、発光素子として有機EL素子を用いた画像表示デバイスもしくは発光デバイスを指す。また、有機EL素子にTAB (Tape Automated Bonding) テープもしくはTCP (Tape Carrier Package) が取り付けられたモジュール、TABテープやTCPの先にプリント配線板が設けられたモジュール、または有機EL素子にCOG (Chip On Glass) 方式によりIC (集積回路) が直接実装されたモジュールも全て発光装置に含むものとする。

## 【0002】

【従来の技術】有機EL素子は電場を加えることにより発光する素子であり、軽量・直流低電圧駆動・高速応答性などの特性から、次世代のフラットパネルディスプレイ素子として注目されている。また、自発光型であり視野

角が広いことから、携帯機器の表示画面として有効と考えられている。

【0003】有機EL素子の発光機構は、陰極から注入された電子と陽極から注入された正孔が再結合して励起状態の分子（以下、「分子励起子」と記す）を形成し、その分子励起子が基底状態に戻るときにエネルギーを放出して発光すると言われている。励起状態には一重項状態 ( $S^*$ ) と三重項状態 ( $T^*$ ) が可能であり、その統計的な生成比率は  $S^*:T^*=1:3$  であると考えられている（文献1：城戸淳二、「月刊ディスプレイ別冊 有機ELディスプレイ 基礎から最新情報まで」（テクノタイムズ社）、p. 28-29）。

【0004】しかしながら、一般的な有機化合物は室温において、三重項励起状態 ( $T^*$ ) からの発光（燐光）は観測されない。このことは有機EL素子においても同様であり、通常は一重項励起状態 ( $S^*$ ) からの発光（蛍光）のみが観測されることになる。したがって、有機EL素子における内部量子効率（注入したキャリアに対して発生するフォトン割合）の理論的限界は、 $S^*:T^*=1:3$  であることを根拠に25%とされていた。

【0005】また、発生した光は全て外部に放出されるわけではなく、一部の光は有機EL素子の構成物質（有機化合物層、電極）や基板固有の屈折率が原因で取り出すことができない。発生した光のうち外部に取り出される率は光の取り出し効率と呼ばれるが、ガラス基板を有する有機EL素子において、その取り出し効率は約20%程度と言われている。

【0006】以上の理由から、注入したキャリアが全て分子励起子を形成したとしても、その注入キャリア数に対して最終的に有機EL素子外部に取り出せるフォトン割合（以下、「外部量子効率」と記す）の理論的限界は、 $25\% \times 20\% = 5\%$  と言われていた。すなわち、全てのキャリアが再結合したとしても、そのうちの5%しか光として取り出せない計算になる。

【0007】ところが近年、三重項励起状態から基底状態に戻る際に放出されるエネルギー（以下、「三重項励起エネルギー」と記す）を発光に変換できる有機EL素子が相次いで発表され、その発光効率の高さが注目されている（文献2：D. F. O'Brien, M. A. Baldo, M. E. Thompson and S. R. Forrest, "Improved energy transfer in electrophosphorescent devices", Applied Physics Letters, vol. 74, No. 3, 442-444 (1999)）（文献3：Tetsuo Tsutsui, Moon-Jae Yang, Masayuki Yaguchi, Kenji Nakamura, Teruichi Watanabe, Taishi Tsuji, Yoshinori Fukuda, Takeo Wakimoto and Satoshi Miyaguchi, "High Quantum Efficiency in Organic Light-Emitting Devices with Iridium-Complex as a Triplet Emissive Center", Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 38, L1502-L1504 (1999)）。

【0008】文献2では白金を中心金属とする金属錯体

（以下、「白金錯体」と記す）を、文献3ではイリジウムを中心金属とする金属錯体（以下、「イリジウム錯体」と記す）を用いており、いずれの金属錯体も第3遷移系列元素を中心金属として導入していることが特徴であると言える。その中には、先に述べた外部量子効率の理論的限界値5%をゆうに越えるものも存在する。

【0009】文献2および文献3に示されるとおり、三重項励起エネルギーを発光に変換できる有機EL素子は、従来よりも高い外部量子効率を達成できる。そして、外部量子効率が高くなれば発光輝度も向上する。したがって、三重項励起エネルギーを発光に変換できる有機EL素子は、高輝度発光・高発光効率を達成するための手法として、今後の開発において大きなウェートを占めるものと考えられる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、白金もしくはイリジウムは共にいわゆる貴金属であるため、それらを用いた白金錯体やイリジウム錯体も高価であり、将来的にコスト低減の弊害になることが予想される。加えて、重金属を含む金属錯体が人体に与える影響を考えると、より安全かつ廃棄処理が簡便な材料が望ましい。

【0011】したがって、既存のイリジウム錯体や白金錯体を用いることなく三重項励起エネルギーを発光に変換できる（すなわち、燐光発光する）有機EL素子の開発が望まれる。その最も単純な方法としては、室温で燐光発光するような新しい有機化合物を安価なコストで開発することであるが、未だ明確な分子設計方針は確立されておらず、非常に困難な面が多い。

【0012】そこで、新たな燐光発光材料を開発することも重要であるが、有機EL材料に対して、燐光発光を促進させるような素子構成を設計する手法が望ましい状況にある。

【0013】また、文献2および文献3で示されるような三重項励起エネルギーを発光に変換できる有機EL素子は、素子寿命に問題があり、輝度の半減期が実用に耐えうるレベルに達していない。文献3の報告例によると、初期輝度を  $500\text{cd/m}^2$  に設定した場合の輝度の半減期は、170時間程度である。

【0014】たとえ高輝度発光・高発光効率を達成しても、実用に至るためには素子寿命が極めて重要な課題となる。したがって、できうる限り、素子の安定化に対しても効果のある素子構成が望ましいと言える。

【0015】以上のことから、本発明では、三重項励起エネルギーを発光に変換しうる有機EL素子を、従来用いられている有機化合物を用いつつ素子構造を工夫することによって達成することを課題とする。またそれにより、発光効率が高く、なおかつ従来の有機化合物を用いて安価に作製でき、さらにできる限り安定に駆動可能な有機EL素子を提供することを課題とする。

【0016】また、本発明が開示する有機EL素子を用い

て、明るく消費電力が少ない発光装置を、安価に提供することを課題とする。さらに、そのような発光装置を用いることで、明るく消費電力が少ない上に、安価な電気器具を提供することを課題とする。

#### 【0017】

【課題を解決するための手段】本発明者は、フォトルミネッセンス (Photo Luminescence: 以下、「PL」と記す) の分野において知られている重原子効果に着目した。重原子効果とは、発光物質の分子内に重原子を導入するか、もしくは発光物質が溶解している溶媒等の周辺環境に重原子を存在させることにより、スピン-軌道相互作用が大きくなり、禁制遷移である項間交差 ( $S \rightarrow T$ ) や燐光発光 ( $T \rightarrow S_0$ ) が促進される現象である。なおここでは、重原子とは、多くの原子核荷重 (原子番号、すなわち原子核の正電荷の数に相当する) を保有している原子のことを指す。

【0018】この重原子効果には、内部重原子効果と外部重原子効果の二種類がある。内部重原子効果とは、発光物質の分子内に重原子が含まれる場合に燐光発光が促進されることを言う。イリジウム錯体や白金錯体は、この内部重原子効果を利用した例と言える。これに対し、発光物質が溶解している溶媒中に重原子が存在する場合でも、発光物質の燐光発光の促進が観測されることがあり、この現象は外部重原子効果と呼ばれている。

【0019】本発明者は、この外部重原子効果を有機EL素子において発現させる手法を考案した。すなわち、重原子を含む材料を発光部近辺に存在させることによって、燐光発光を促進させる手法である。

【0020】しかしながら、単純に重原子を含む材料を有機化合物層中に分散させる手法では、有機EL素子として機能しにくいと考えられる。例えば、金属の中でもアルカリ金属 (セシウムなど) を有機化合物層にドーブしたとすると、そのドーブされた層は導電性が向上し、キャリア輸送層として優れた機能を発揮できる。ところが、ドーブした金属は、励起エネルギーを失活させて発光を妨げる材料 (以下、「クエンチャ」と記す) になるため、上記のように金属がドーブされた層は発光しない。したがって、発光層として用いることは通常困難である。

【0021】本発明では、このことを解決するために、金属酸化物の多孔体に有機化合物層の材料 (以下、「有機EL材料」と記す) を含浸あるいは接触させることを特徴とする。金属酸化物にも多種多様な存在するが、物性的には絶縁体が多く、一般的にクエンチャにはなりにくいと考えられる。また、緻密な材料ではなく多孔体を用い、その多孔体中に有機EL材料 (特に発光層となる部分) を存在させることにより、外部重原子効果を発現させることができると考えた。

【0022】ここで、金属酸化物多孔体の形成手法としては、3つの方法が考えられる。

【0023】第一の手法は、有機EL素子を作製する過程で、まず電極 (陽極および陰極のどちらでもよい) となる金属を成膜し、その表面に陽極酸化処理を施すことによって電極表面を金属酸化物多孔体とする手法である。そこで本発明では、陽極層と、陰極層と、前記陽極層および前記陰極層の間に設けられた有機化合物層と、からなる有機EL素子を用いた発光装置において、前記陽極層または前記陰極層のうち少なくとも一方は、陽極酸化処理によって形成された酸化被膜を有し、前記酸化被膜が前記有機化合物層に接していることを特徴とする。

【0024】第二の手法は、第一の手法と同様に電極を成膜し、その上からゾルーゲル法を用いて電極材料と同種の金属元素を含む金属酸化物多孔体を成膜する手法である。そこで本発明では、陽極層と、陰極層と、前記陽極層および前記陰極層の間に設けられた有機化合物層と、からなる有機EL素子を用いた発光装置において、前記陽極層または前記陰極層のうち少なくとも一方と前記有機化合物層との間に、ゾルーゲル法によって形成された金属酸化物層が設けられていることを特徴とする。

【0025】第三の手法は、ゼオライトのような多孔体を用いる手法である。そこで本発明では、陽極層と、陰極層と、前記陽極層および前記陰極層の間に設けられた有機化合物層と、からなる有機EL素子を用いた発光装置において、前記有機化合物層は、ゼオライトを含有するかまたはゼオライトに接していることを特徴とする。

【0026】なお、ほとんどの金属原子は多かれ少なかれ重原子効果を引き起こすことができると考えられるが、PLの分野においては、特に臭素 (Br; 原子番号35) 以上の重さの原子を含む場合に重原子効果が顕著に見られる。したがって、いずれの手法においても、金属酸化物多孔体に含まれる金属元素としては、ルビジウム (Rb; 原子番号37) よりも原子番号の大きい金属元素が好ましい。

【0027】また、上記3つの手法の中でも、特に陽極酸化処理を用いる場合やゾルーゲル法を用いる場合などは、金属酸化物多孔体は電極上に膜として形成されており、なおかつ電極材料と連続的に (傾斜的に) 形成されている。このような構造の場合、通常ある程度の不規則な凹凸が存在する電極を有する素子に比べ、より均一な電界を印加できることが期待される。

【0028】このことにより、局所的な電場の集中を防ぐことができるため、絶縁破壊や材料の劣化などを抑制することが可能と考えられる。したがって、本発明で開示される素子構造は、素子の長寿命化にもつながる可能性がある。このように素子の駆動安定性が向上する効果が期待できることも、本発明の大きな特徴の一つと言える。

【0029】以上の理由から、本発明を実施することにより、発光効率が高く、なおかつ従来の有機化合物を用いて安価に作製でき、さらにできる限り安定に駆動可能

な有機EL素子を提供することができる。

#### 【0030】

【発明の実施の形態】まず、陽極酸化処理を用いる手法について述べる。陽極酸化は、金属を陽極として適当な電解液中で電圧を印加することによって、金属表面に酸化被膜を生成させる手法である。酸化被膜の厚さは、以下の式で与えられる。

#### 【0031】

##### 【数1】

$$d = M / (zF\rho) \cdot I \cdot t \quad (1)$$

【0032】ここで、 $d$ は酸化被膜の厚さ、 $M$ は酸化被膜の分子量、 $z$ は酸化被膜中の金属の総価数（例えば $Al_2O_3$ ならば、 $3価 \times 2 = 6$ 価）、 $F$ はファラデー定数、 $\rho$ は密度、 $I$ は電流密度、 $t$ は時間である。

【0033】式(1)を見ると、 $F$ は定数であり、 $M$ 、 $z$ 、および $\rho$ は物質固有の値であるから、酸化被膜の厚さは通過電流量と時間によって決定する。したがって、電圧や電圧印加時間を適切に設定することによって、再現性よく酸化被膜を形成可能である。ただし、用いる電解液の種類によって酸化被膜の構造が異なるため、注意が必要となる。

【0034】ホウ酸塩や酒石酸塩のような中性溶液を電解液とした場合、バリアー型酸化被膜、すなわち多孔体ではない酸化被膜が生成する。このとき、酸化被膜は溶解することなく成長し、成長するにつれて抵抗は高くなるため、一定電圧を印加していると次第に電流は流れなくなり、皮膜の成長はほぼ飽和する。したがって、酸化被膜厚さは初期電圧で決まる（すなわち与えた電圧の関数として酸化被膜は生成する）。

【0035】ただしこの場合、バリアー型酸化皮膜は比較的緻密であるため、金属酸化物多孔体に有機EL材料を含浸させる際には不適當である。

【0036】ところが、硫酸、リン酸、シュウ酸、およびクロム酸などの適度な溶解力を持つ弱酸性溶液中において、図1(a)に示すような基板100上に成膜された金属膜101を陽極酸化処理すると、図1(b)のような構造の多孔質型酸化被膜が生成する。酸化被膜102は金属膜101に垂直な細孔103を持ったセル104の集合体であり、多孔質層102aと、細孔103の底部に存在する半円形のバリアー層102bとで形成されている。

【0037】ここで、一定電圧で陽極酸化を行うと、バリアー層102bに電圧が加わるため、バリアー層102bにおいて酸化被膜の生成と溶解が同時に起こる。この場合、バリアー層102bはその厚さを一定に保ちつつ、電圧印加時間とともに被膜の厚さ方向に進行する。つまり、多孔質層102aの厚さは電圧印加時間とともに増加する（溶解

が進行する）。

【0038】すなわち、バリアー層102bの厚さは印加電圧によって決定することができ、多孔質層102aの厚さは電圧印加時間で決まる。バリアー層102bは数Å程度の制御が可能であり、多孔質層102aは数十nm程度の制御が可能である。

【0039】有機EL素子に適用することを考えると、バリアー層102bが数nmを越えるか、または多孔質層102aが有機化合物層の膜厚（100～200nm）を越えると、素子の駆動電圧が高くなってしまいう可能性がある。しかし、陽極酸化による多孔質型酸化被膜はこれらの問題点はクリアしており、本発明に好適であると言える。

【0040】なお、有機EL素子の陽極層としては、正孔の注入性を向上させるため、仕事関数の大きい金属が用いられる。仕事関数が大きく、かつ陽極酸化処理が比較的容易な材料群としては、周期表の第4族～第6族の金属が考えられる。特にチタン、タンタル、タングステンは、成膜性および仕事関数の大きさから好適である。

【0041】逆に、有機EL素子の陰極層としては、電子の注入性を向上させるため、仕事関数の小さい金属が用いられる。この場合、まず陰極層を成膜したあと、陽極酸化処理を行い、有機化合物層を成膜する手順となる

（つまり、陰極層側から作製する素子製造プロセスになる）。そのような場合も本発明に含めることとする。

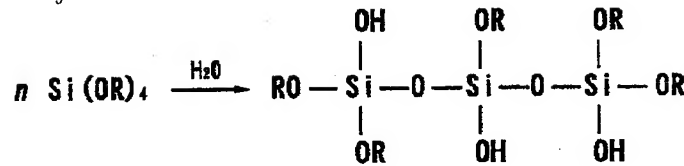
【0042】次に、ゾルーゲル法を用いる手法について述べる。ゾルーゲル法は液相反応の一種であり、溶液中で重合反応により分子をポリマー化し、このポリマー粒子がゾルからゲルへと固化する反応を利用したものである。特に金属酸化物の形成に用いられ、多孔体の形成も可能である。スピコートやディップコートなどの公知の手法でゾルは容易に薄膜形成可能であり、この点で本発明に適している。

【0043】ゾルーゲル法は通常、金属アルコキシド； $M(OR)_x$ （ $M$ は金属、 $OR$ はアルコキシ基、 $x$ は $M$ の価数と同じ整数）を原料として用いる。加水分解などにより金属アルコキシドを安定なゾルとしたあと、基板上にコーティングし、乾燥・焼成する手法が基本的なプロセスである。

【0044】例えば、アルコキシシラン； $Si(OR)_4$ を用いて $SiO_2$ をゾルーゲル法により成膜する場合、まず $Si(OR)_4$ を弱酸性の溶液で加水分解することにより、以下の反応が生じる。この反応により生じた少量の水酸基を持つオリゴマーは、安定なゾルを形成する。

#### 【0045】

##### 【化1】



---- (1)

【0046】このゾルを基板上にスピンコーティング法などを用いて成膜し、乾燥・焼成を繰り返すことにより  $\text{SiO}_2$  薄膜が得られる。他の金属酸化物形成手法に関しても、基本的には同様に金属アルコキシドからのゾルーゲル法により達成できる。

【0047】本発明においてもこの手法は十分に有効であるが、一つ問題点がある。それは、膜厚の制御である。有機化合物層は100~200nmのオーダーであり、さらに発光層に関しては数十nmのオーダーであるが、単純にゾルをコーティングするだけではそのレベルの膜厚制御がやや困難と言える（回転数や濃度など最適条件を見つけることで可能ではある）。

【0048】そこで本発明では、表面ゾルーゲル法を用いることがより好ましい。表面ゾルーゲル法とは、物質間の脱水重合反応をもとに無機薄膜の成長を行う手法である。そのプロセスの説明を図2に示す。

【0049】まず、金属201表面を親水処理することによって、水酸基202aを持たせる（図2(a)）。次に、水酸基を持たせた金属に、金属201と同種の金属元素を含む金属アルコキシド203（Mは金属）を化学吸着させる

（図2(b)）。最後に、金属アルコキシドが化学吸着した表面を加水分解することによって、再び表面に水酸基202bを持たせる（図2(c)）。さらに図2(b)→図2(c)の操作を繰り返すことによって、任意の膜厚が得られるが、1サイクルで得られる膜厚は数nmであるため、本発明に好適と言える。

【0050】また、上記のような表面ゾルーゲル法以外にも好ましい成膜方法がある。例えば、金属アルコキシドと有機化合物層の構成材料とをあらかじめ同一の溶媒に溶解させ、この溶液を電極上にコーティングしたあと加水分解及び加熱処理を行うことで、金属酸化物多孔体中に有機化合物層の構成材料を含有させた構造を容易に形成できる。

【0051】上記のような方法であれば、有機化合物層（あるいは有機化合物層の一部）と金属酸化物多孔体を同時に形成できるという利点がある。また、金属アルコキシドと有機化合物層の構成材料とを含む溶液を電極上にコーティングすればよいので、膜厚制御も比較的容易である。

【0052】なお、有機EL素子の陽極層としては、正孔の注入性を向上させるため、仕事関数の大きい金属（周期表の第4族~第6族）が有効であると考えられる。本

発明の形態では、ゾルーゲル法を用いて電極材料と同種の金属元素を含む金属酸化物多孔体を成膜するのであるから、陽極層と有機化合物層との間に金属酸化物多孔体を設ける場合、その金属酸化物多孔体に含まれる金属元素も周期表の第4族~第6族の金属元素が好ましい。特にチタン、タンタル、タングステン、成膜性および仕事関数の大きさから好適である。

【0053】逆に、有機EL素子の陰極層としては、電子の注入性を向上させるため、仕事関数の小さい金属が用いられる。この場合、まず陰極層の成膜を行い、陰極層と同種の金属元素を有する金属酸化物多孔体をゾルーゲル法により成膜し、有機化合物層を成膜する手順となる（つまり、陰極層側から作製する素子製造プロセスになる）。そのような場合も本発明に含めることとする。

【0054】最後に、ゼオライトを用いる手法について述べる。ゼオライトはシリカ及びアルミナの骨格からなるためにシリコンやアルミニウムの原子を有する。しかし通常は、それ以外に、アルカリ金属・アルカリ土類金属などの原子や、場合によってはタリウムや銀などの金属原子も含んでいる（以下では、単に「カチオン金属」と記す）。このカチオン金属は置換可能であるため、重い原子をカチオン金属サイトに導入することにより、重原子効果が期待できる。

【0055】ゼオライトを用いた素子構成であるが、大きく分けて2種類の方法が考えられる。一つは、ゼオライトの超微粉末（~1 $\mu\text{m}$ ）を用意し、有機化合物層を構成する材料中に分散させる方法である。

【0056】しかしながら、通常、有機化合物層の厚みは100nm~200nmであり、この厚み以下の粒径を有するゼオライト微粉末を得ることはやや困難である。したがって、この場合、逆に有機化合物層の厚さをゼオライトの粒径以上（1 $\mu\text{m}$ 以上）にすることが望ましい。

【0057】有機化合物層の厚さを1 $\mu\text{m}$ 程度にした場合、駆動電圧が高くなってしまうことが予想される。このことを克服する手法としては、電荷輸送層に対するドーピングがある。電荷輸送層にドーピング（電子輸送層に対してはルイス塩基、正孔輸送層に対してはルイス酸）することにより、電気伝導度は半導体に匹敵する程度に向上するため、有機化合物層全体の厚さが1 $\mu\text{m}$ 程度となっても駆動電圧が高くなることはない。

【0058】ゼオライト微粉末303aを分散した基板301aおよび陽極層302a上に、ドーピングを施した正孔輸送層



304a、発光層305a、ドーピングを施した電子輸送層306a、および陰極層307aを積層した例を図3(a)に示す。ゼオライトの脱離を防ぐことを考慮すると、ディップコーティングがよい。この場合、「(正孔輸送層の膜厚)<(ゼオライトの粒径)<(正孔輸送層+発光層+電子輸送層の合計膜厚)」となるように設計することにより、発光層はゼオライト中に含有され、なおかつ有機化合物層はゼオライトの粒径を上回る。

【0059】ゼオライトを用いる素子構成のもう一つの手法は、薄膜化である。ゼオライトの合成法としてよく知られているものとして、カチオン金属のアルミン酸塩およびケイ酸塩を混合し、100℃～200℃程度で加熱する手法がある。

【0060】したがって、電極を有する基板上に、上記の手法であらかじめゼオライト膜を生成させ、その後有機化合物層を成膜すればよい。このような素子を、陽極層302bを有する基板301b上に形成した例を図3(b)に示す。ゼオライト膜303bの厚みを通常の有機化合物層の厚さ(100～200nm)よりも薄く成膜できない場合は、図3(a)と同様、ドーピングを施した正孔輸送層304b上に、発光層305b、ドーピングを施した電子輸送層306b、および陰極層307bを積層した構造とすればよい。

【0061】なお、ゼオライト微粒子の粒径またはゼオライト膜の膜厚が、100～200nm程度に制御可能である場合は、上記のようなドーピングを施した電荷輸送層を用いる必要はなく、通常の膜厚の有機化合物層(100～200nm)を成膜すればよい。

【0062】なお、ゼオライトのカチオン金属が置換可能であることは先に述べたが、一般的にはアルカリ金属ないしはアルカリ土類金属を適用することが容易である。特に、ルビジウム、ストロンチウム、セシウム、またはバリウムをカチオン金属として用いると、重原子効果の観点からは好ましい。

【0063】また、ここでは陽極層側から順次成膜していく手順を述べたが、逆に陰極層を先に成膜し、有機化合物層、陽極層と成膜していく手法でも良い。

【0064】

【実施例】【実施例1】本実施例では、発明の実施の形態において図1で示したような、陽極酸化を用いて多孔質酸化被膜を形成した素子を具体的に例示する。ここでは、タンタル(Ta)を用いて画素電極を形成し、これを陽極として陽極酸化を行い、陽極層側から成膜する手法を例示する。その素子構造を図4に示す。

【0065】まず、ガラス基板401上にTaをスパッタリングによって成膜し、陽極層402とする。このとき成膜するTa膜は、次に述べる陽極酸化処理により表面が酸化被膜となるため、十分な厚み(～1μm)を必要とする。

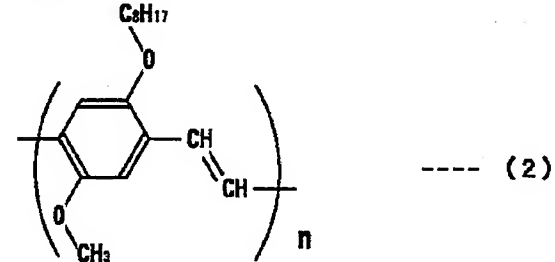
【0066】次に、シュウ酸溶液中において、成膜したTaを陽極とした陽極酸化処理を施し、酸化被膜403を形成する。酸化被膜403は、膜面に垂直な細孔を有する多

孔質層403aと、比較的空孔の少ないバリアー層403bとに分かれるが、電圧印加時間により多孔質層403aの厚さを調節し、印加電圧によりバリアー層403bの厚さを調節する。多孔質層403aは50～60nm程度、バリアー層403bは1～2nm程度が望ましい。また、バリアー層403bは最大でも数nm以下に抑える必要がある。

【0067】さらに、有機化合物層の成膜であるが、発光層404として下記化学式(2)で表されるポリパラフェニレンビニレン誘導体(以下、「PPV誘導体」と記す)を用い、電子輸送層405として下記式(3)で表されるバソキュプロイン(以下、「BCP」と記す)を用いる。

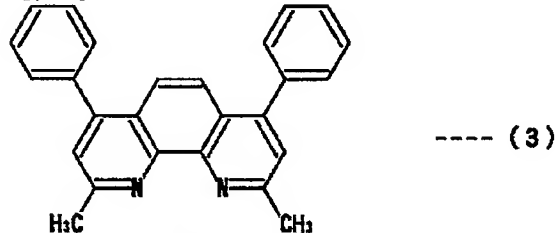
【0068】

【化2】



【0069】

【化3】



【0070】発光層404は、PPV誘導体をトルエンに溶解したPPV誘導体溶液を、スピンコーティングまたはディップコーティングすることにより形成する。コーティング後は、80℃にて加熱処理を行うことにより溶媒であるトルエンを除去する。

【0071】本実施例の場合、電子輸送層405の成膜を考慮すると、発光層404の厚みは多孔質層403aの厚みを上回る必要がある(すなわち、発光層404と電子輸送層405が膜面全体で接触するために、図4中の厚みdが必要である)。図4中の厚みdの精密な制御は困難であるが、10～20nm程度の制御ならば、溶液の濃度やスピンコーティングの回転数を調節することにより十分可能である。一回のコーティングで十分な膜厚が得られない場合は、数回に分けてコーティングしてもよい。

【0072】発光層404の成膜後、電子輸送層405を成膜する。本実施例では、BCPを真空蒸着することにより電子輸送層405を形成する。膜厚は30nmとする。

【0073】最後に、陰極層406としてAl:Li合金(Liは5wt%)を真空蒸着により成膜する。本実施例の場合、陰



極層406が光の取り出し面となるため、20nm程度の超薄膜とする必要がある。また、陽極層402が光の取り出し面となる場合、20nm程度の超薄膜とする必要がある。

【0074】〔実施例2〕本実施例では、発明の実施の形態において図2で示したような、ゾルーゲル法を用いて金属酸化物多孔体を形成する素子を具体的に例示する。ゾルーゲル法の場合、電極とは別に金属酸化物多孔体を形成するので、Taあるいはインジウム錫酸化物（ITO）を用いて画素電極を形成する。ここでは、陽極層としてタンタル（Ta）を用い、陽極層側から成膜する手法を例示する。その素子構造を図5に示す。

【0075】まず、ガラス基板501上にTaをスパッタリングによって成膜し、陽極層502とする。本実施例で成膜するTa膜は、十分に電極として働く厚さ（具体的には100nm程度）があればよい。

【0076】次に、陽極層502上に、酸化物多孔質層503（本実施例では $Ta_2O_5$ ）を表面ゾルーゲル法によって成膜する。原料としては、ペンター-n-プロポキシタンタル（ $Ta(0-n-C_3H_7)_5$ ；常温で液体）を用いる。まず、ペンター-n-プロポキシタンタルのトルエン/エタノール溶液中に、あらかじめ親水処理した陽極層502を3分間浸漬する。ついで、エタノール溶液によるリンスを行ったあと、純水を用いて加水分解させることにより、金属アルコキシド表面に水酸基を持たせる。

【0077】酸化物多孔質層503の成膜に関しては、上で述べた工程を1サイクルとするが、より大きな膜厚を得る場合はこのサイクルを繰り返せばよい。最後に乾燥・加熱処理により、純水を取り除き、酸化物（本実施例では酸化タンタル）多孔質層503を得る。本実施例では、最終的に50～60nm程度の膜厚となることが望ましい。

【0078】さらに、有機化合物層の成膜であるが、発光層504として化学式（2）で表されるPPV誘導体を用い、電子輸送層505として化学式（3）で表されるBCPを用いる。

【0079】発光層504は、PPV誘導体をトルエンに溶解したPPV誘導体溶液を、スピンコーティングまたはディップコーティングすることにより形成する。コーティング後は、80℃にて加熱処理を行うことにより溶媒であるトルエンを除去し、発光層504とする。

【0080】本実施例の場合、電子輸送層505の成膜を考慮すると、発光層504の厚みは酸化物多孔質層503の厚みを上回る必要がある（すなわち、発光層504と電子輸送層505が膜面全体で接触するために、図5中の厚みdが必要である）。図5中の厚みdの精密な制御は困難であるが、10～20nm程度の制御ならば、溶液の濃度やスピンコーティングの回転数を調節することにより十分可能である。一回のコーティングで十分な膜厚が得られない場合は、数回に分けてコーティングしてもよい。

【0081】発光層504の成膜後、電子輸送層505を成膜

する。本実施例では、BCPを真空蒸着することにより電子輸送層505を形成する。コーティング後は、加熱処理により水分を除去する。膜厚は30nmとする。

【0082】最後に、陰極層506としてAl:Li合金（Liは5wt%）を蒸着により成膜する。本実施例の場合、陰極層506が光の取り出し面となるため、20nm程度の超薄膜とする必要がある。なお、実施例1、2では、金属酸化物多孔体を形成する場合を示したが、金属酸化物の薄膜を形成しても良い。この場合、膜厚を5nm程度にする必要がある。

【0083】〔実施例3〕本実施例では、発明の実施の形態において図3で示したような、ゼオライトを金属酸化物多孔体として導入した素子を具体的に例示する。ゼオライトを用いる場合、電極とは別に金属酸化物多孔体を形成する。ここでは、画素電極である透明電極（陽極）側から成膜する有機EL素子作製手法を例示する。その素子構造を図6に示す。

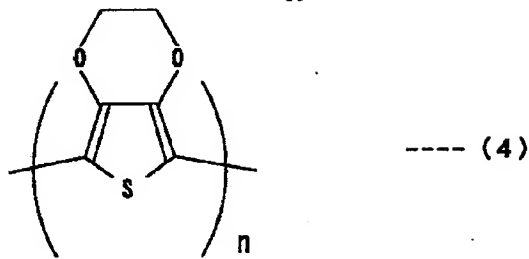
【0084】まず基板601上に、陽極層602として透明電極であるインジウム錫酸化物（ITO）を、スパッタリングによって成膜する。さらにこの上に、ケイ酸ナトリウムおよびアルミン酸ナトリウムの水溶液をコーティングし、100℃で6時間加熱することによってゼオライトX（カチオン金属はナトリウム）を成膜する（ゼオライト膜603）。

【0085】次に、重原子効果による燐光促進を考え、前記ゼオライトXのカチオン金属を、ナトリウムからセシウムへと変換する。このカチオン変換は、ゼオライトXが成膜された基板を、90℃にて硝酸セシウム水溶液（濃度10%）中に含漬することによってなすことができる。この含漬作業は、数回繰り返す必要がある。

【0086】上記のように、セシウム原子をゼオライトに導入後、有機化合物層を成膜する。まず、正孔注入層604として、下記化学式（4）で表されるポリエチレンジオキシチオフェン（以下、「PEDOT」と記す）をポリスチレンスルホン酸（以下、「PSS」と記す）と混合した水溶液を、スピンコーティングにより成膜する（以下、この溶液を「PEDOT/PSS」と記す）。成膜後、加熱によって水分を除去して正孔注入層604とする。この正孔注入層604はゼオライト膜に近い膜厚（～数百nm）が必要となるため、スピンコーティングは数回行うことが望ましい。その場合は、連続してスピンコーティングするのではなく、一度スピンコーティングするたびに加熱処理して水分を除去する必要がある（既に形成されている膜の溶出を防ぐため）。

【0087】

【化4】



【0088】次に、化学式(2)で表されるPPV誘導体のトルエン溶液をスピンコーティングにより成膜し、溶媒を除去することによって発光層605とする。本実施例では、電子輸送層を用いないため、この時点でゼオライト膜の膜厚を越えるように成膜する必要がある。発光層605の膜厚は、100nm~200nmとなるように調節することが望ましい。

【0089】以上のように形成された有機化合物層上に、陰極層606を成膜する。陰極層606としては仕事関数の小さい金属が適用されるが、一般的にはアルカリ金属ないしはアルカリ土類金属、あるいはそれらを含む合金である。その他、イッテルビウムのような希土類金属も陰極層606として用いることができる。成膜法としては、真空蒸着が一般的である。本実施例では、真空蒸着によってイッテルビウムを400nm成膜する。

【0090】【実施例4】本実施例では、本発明で開示した有機EL素子を含む発光装置について説明する。図7は本発明の有機EL素子を用いたアクティブマトリクス型発光装置の断面図である。なお、能動素子としてここでは薄膜トランジスタ(以下、「TFT」と記す)を用いているが、MOSトランジスタを用いてもよい。

【0091】また、TFTとしてトップゲート型TFT(具体的にはプレーナ型TFT)を例示するが、ボトムゲート型TFT(典型的には逆スタガ型TFT)を用いることもできる。

【0092】図7において、701は基板であり、ここでは可視光を透過する基板を用いる。具体的には、ガラス基板、石英基板、結晶化ガラス基板もしくはプラスチック基板(プラスチックフィルムを含む)を用いればよい。なお、基板701には、基板の表面に設けた絶縁膜も含めるものとする。

【0093】基板701の上には画素部711および駆動回路712が設けられている。まず、画素部711について説明する。

【0094】画素部711は画像表示を行う領域であり、複数の画素を有し、各画素には有機EL素子に流れる電流を制御するためのTFT(以下、「電流制御TFT」と記す)702、画素電極(陽極層)703、有機化合物層704および陰極層705が設けられている。なお、図7では電流制御TFTしか図示していないが、電流制御TFTのゲートに加わる電圧を制御するためのTFT(以下、「スイッチングTFT」と記す)を設けている。

【0095】電流制御TFT702は、ここではpチャネル型TFTを用いることが好ましい。nチャネル型TFTとすることも可能であるが、図7のように有機EL素子の陽極に電流制御TFTを接続する場合は、pチャネル型TFTの方が消費電力を押さえることができる。ただし、スイッチングTFTはnチャネル型TFTでもpチャネル型TFTでもよい。

【0096】また、電流制御TFT702のドレインには画素電極703が電氣的に接続されている。本実施例では、画素電極703の材料として仕事関数が4.5~5.5eVの導電性材料を用いるため、画素電極703は有機EL素子の陽極として機能する。画素電極703として代表的には、酸化インジウム、酸化錫、酸化亜鉛もしくはこれらの化合物(ITOなど)を用いればよい。画素電極703の上には有機化合物層704が設けられている。なお、図示はしていないが、画素電極と有機化合物層との間には、実施例1~3で示したような金属酸化物多孔体の薄膜が設けられている。

【0097】さらに、有機化合物層704の上には陰極層705が設けられている。陰極層705の材料としては、仕事関数が2.5~3.5eVの導電性材料を用いる。陰極層705として代表的には、アルカリ金属元素もしくはアルカリ土類金属元素を含む導電膜、あるいはその導電膜にアルミニウム合金を積層したものをを用いればよい。

【0098】また、画素電極703、有機化合物層704、および陰極層705からなる層は、保護膜706で覆われている。保護膜706は、有機EL素子を酸素および水から保護するために設けられている。保護膜706の材料としては、窒化珪素、窒化酸化珪素、酸化アルミニウム、酸化タンタル、もしくは炭素(具体的にはダイヤモンドライクカーボン)を用いる。

【0099】次に、駆動回路712について説明する。駆動回路712は画素部711に伝送される信号(ゲート信号およびデータ信号)のタイミングを制御する領域であり、シフトレジスタ、バッファ、ラッチ、アナログスイッチ(トランスファゲート)もしくはレベルシフタが設けられている。図7では、これらの回路の基本単位としてnチャネル型TFT707およびpチャネル型TFT708からなるCMOS回路を示している。

【0100】なお、シフトレジスタ、バッファ、ラッチ、アナログスイッチ(トランスファゲート)もしくはレベルシフタの回路構成は、公知のものでよい。また図7では、同一の基板上に画素部711および駆動回路712を設けているが、駆動回路712を設けずにICやLSIを電氣的に接続することもできる。

【0101】また、図7では電流制御TFT702に画素電極(陽極層)703が電氣的に接続されているが、陰極層が電流制御TFTに接続された構造をとることもできる。その場合、画素電極を陰極層705と同様の材料で形成し、陰極を画素電極(陽極層)703と同様の材料で形成すればよい。その場合、電流制御TFTはnチャネル型TFTとす

ることが好ましい。

【0102】ここで、図7に示したアクティブマトリクス型発光装置の外観を図8に示す。なお、図8(e)には上面図を示し、図8(b)には図8(a)をP-P'で切断した時の断面図を示す。また、図7の符号を引用する。

【0103】図8(a)において、801は画素部、802はゲート信号側駆動回路、803はデータ信号側駆動回路である。また、ゲート信号側駆動回路802およびデータ信号側駆動回路803に伝送される信号は、入力配線804を介してTAB (Tape Automated Bonding) テープ805から入力される。なお、図示しないが、TABテープ805の代わりに、TABテープにIC (集積回路) を設けたTCP (Tape Carrier Package) を接続してもよい。

【0104】このとき、806は図7に示した有機EL素子の上方に設けられるカバー材であり、樹脂からなるシール材807により接着されている。カバー材806は酸素および水を透過しない材質であれば、いかなるものを用いてもよい。本実施例では、カバー材806は図8(b)に示すように、プラスチック材806aと、前記プラスチック材806aの表面および裏面に設けられた炭素膜 (具体的にはダイヤモンドライクカーボン膜) 806b、806cからなる。

【0105】さらに、図8(b)に示すように、シール材807は樹脂からなる封止材808で覆われ、有機EL素子を完全に密閉空間809に封入するようになっている。密閉空間809は不活性ガス (代表的には窒素ガスや希ガス)、樹脂または不活性液体 (例えばパーフルオロアルカンに代表される液状のフッ素化炭素) を充填しておけばよい。さらに、吸湿剤や脱酸素剤を設けることも有効である。

【0106】また、本実施例に示した発光装置の表示面 (画像を観測する面) に偏光板をもうけてもよい。この偏光板は、外部から入射した光の反射を押さえ、観測者が表示面に映り込むことを防ぐ効果がある。一般的には、円偏光板が用いられている。ただし、有機化合物層から発した光が偏光板により反射されて内部に戻ることを防ぐため、屈折率を調節して内部反射の少ない構造とすることが好ましい。

【0107】なお、本実施例の発光装置に含まれる有機EL素子には、本発明で開示した有機EL素子のいずれを用いてもよい。

【0108】[実施例5] 本実施例では、本発明で開示した有機EL素子を含む発光装置の例として、パッシブマトリクス型発光装置を例示する。図9(a)にはその上面図を示し、図9(b)には図9(a)をP-P'で切断した時の断面図を示す。

【0109】図9(a)において、901は基板であり、ここではプラスチック材を用いる。プラスチック材としては、ポリイミド、ポリアミド、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、PES (ポリエーテルスルホン)、PC (ポリカーボネート)、PET (ポリエチレンテレフタレート) もしく

はPEN (ポリエーテルニトリル) を板状、もしくはフィルム上にしたものが使用できる。

【0110】902は酸化導電膜からなる走査線 (陽極層) であり、本実施例では酸化亜鉛に酸化ガリウムを添加した酸化物導電膜を用いる。また、903は金属膜からなるデータ線 (陰極層) であり、本実施例ではAl:Li合金膜を用いる。また、904はアクリル樹脂からなるバンクであり、データ線903を分断するための隔壁として機能する。走査線902とデータ線903は両方とも、ストライプ状に複数形成されており、互いに直交するように設けられている。なお、図9(a)では図示していないが、走査線902とデータ線903の間には有機化合物層が挟まれており、交差部905が画素となる。

【0111】そして、走査線902およびデータ線903はTABテープ907を介して外部の駆動回路に接続される。なお、908は走査線902が集合してなる配線群を表しており、909はデータ線903に接続された接続配線906の集合からなる配線群を表す。また、図示していないが、TABテープ907の代わりに、TABテープにICを設けたTCPを接続してもよい。

【0112】また、図9(b)において、910はシール材、911はシール材910によりプラスチック基板901に貼り合わされたカバー材である。シール材910としては光硬化樹脂を用いていけばよく、脱ガスが少なく、吸湿性の低い材料が好ましい。カバー材としては基板901と同一の材料が好ましく、ガラス (石英ガラスを含む) もしくはプラスチックを用いることができる。ここではプラスチック材を用いる。

【0113】次に、画素領域の構造の拡大図を図9(c)に示す。913は有機化合物層である。なお、図9(c)に示すように、バンク904は下層の幅が上層の幅よりも狭い形状になっており、データ線903を物理的に分断できる。また、シール材910で囲まれた画素部914は、樹脂からなる封止材915により外気から遮断され、有機化合物層の劣化を防ぐ構造となっている。

【0114】以上のような構成からなる本発明の発光装置は、画素部914が走査線902、データ線903、バンク904および有機化合物層913で形成されるため、非常に簡単なプロセスで作製することができる。

【0115】また、本実施例に示した発光装置の表示面 (画像を観測する面) に偏光板をもうけてもよい。この偏光板は、外部から入射した光の反射を押さえ、観測者が表示面に映り込むことを防ぐ効果がある。一般的には、円偏光板が用いられている。ただし、有機化合物層から発した光が偏光板により反射されて内部に戻ることを防ぐため、屈折率を調節して内部反射の少ない構造とすることが好ましい。

【0116】なお、本実施例の発光装置に含まれる有機EL素子には、本発明で開示した有機EL素子のいずれを用いてもよい。

【0117】〔実施例6〕本実施例では、実施例5で示した発光装置にプリント配線板を設けてモジュール化した例を示す。

【0118】図10(a)に示すモジュールは、基板1010（ここでは、画素部1011、配線1012a、1012bを含む）にTABテープ1013が取り付けられ、前記TABテープ1013を介してプリント配線板1014が取り付けられている。

【0119】ここで、プリント配線板1014の機能ブロック図を図10(b)に示す。プリント配線板1014の内部には少なくともI/Oポート（入力もしくは出力部）1015、1018、データ信号側駆動回路1016およびゲート信号側回路1017として機能するICが設けられている。

【0120】このように、基板面に画素部が形成された基板にTABテープが取り付けられ、そのTABテープを介して駆動回路としての機能を有するプリント配線板が取り付けられた構成のモジュールを、本明細書では特に駆動回路外付け型モジュールと呼ぶことにする。

【0121】なお、本実施例の発光装置に含まれる有機EL素子には、本発明で開示した有機EL素子のいずれを用いてもよい。

【0122】〔実施例7〕本実施例では、実施例4もしくは実施例5に示した発光装置にプリント配線板を設けてモジュール化した例を示す。

【0123】図11(a)に示すモジュールは、基板1100（ここでは、画素部1101、データ信号側駆動回路1102、ゲート信号側駆動回路1103、配線1102a、1103aを含む）にTABテープ1104が取り付けられ、そのTABテープ1104を介してプリント配線板1105が取り付けられている。プリント配線板1105の機能ブロック図を図11(b)に示す。

【0124】図11(b)に示すように、プリント配線板1105の内部には少なくともI/Oポート1616、1619、コントロール部1617として機能するICが設けられている。なお、ここではメモリ部1618を設けてあるが、必ずしも必要ではない。またコントロール部1617は、駆動回路の制御、映像データの補正などをコントロールするための機能を有した部位である。

【0125】このように、有機EL素子の形成された基板にコントローラーとしての機能を有するプリント配線板が取り付けられた構成のモジュールを、本明細書では特にコントローラー外付け型モジュールと呼ぶことにする。

【0126】なお、本実施例の発光装置に含まれる有機EL素子には、本発明で開示した有機EL素子のいずれを用いてもよい。

【0127】〔実施例8〕上記実施例で述べた本発明の発光装置は、明るく低消費電力であるという利点を有する。したがって、前記発光装置が表示部等として含まれる電気器具は、従来よりも低い消費電力で動作可能な電気器具となる。特に電源としてバッテリーを使用する携

帯機器のような電気器具に関しては、低消費電力化が便利さに直結する（電池切れが起こりにくい）ため、極めて有用である。

【0128】また、前記発光装置は、自発光型であることから液晶表示装置のようなバックライトは必要なく、有機化合物層の厚みも1 $\mu$ mに満たないため、薄型軽量化が可能である。したがって、前記発光装置が表示部等として含まれる電気器具は、従来よりも薄型軽量の電気器具となる。このことも、特に携帯機器のような電気器具に関して、便利さ（持ち運びの際の軽さやコンパクトさ）に直結するため、極めて有用である。さらに、電気器具全般においても、薄型である（かさばらない）ことは運送面（大量輸送が可能）、設置面（部屋などのスペース確保）からみても有用であることは疑いない。

【0129】なお、前記発光装置は自発光型であるために、液晶表示装置に比べて明るい場所での視認性に優れ、しかも視野角が広いという特徴を持つ。したがって、前記発光装置を表示部として有する電気器具は、表示の見やすさの点でも大きなメリットがある。

【0130】本実施例では、本発明の発光装置を表示部として含む電気器具を例示する。その具体例を図12および図13に示す。なお、本実施例の電気器具に含まれる有機EL素子には、図4～図6のいずれの構造を用いても良い。また、本実施例の電気器具に含まれる発光装置の形態は、図7～図11のいずれの形態を用いても良い。

【0131】図12(a)は有機ELディスプレイであり、筐体1201a、支持台1202a、表示部1203aを含む。本発明の発光装置を表示部1203aとして用いたディスプレイを作製することにより、薄く軽量のディスプレイを実現できる。よって、輸送が簡便になり、さらに設置の際の省スペースが可能となる。

【0132】図12(b)はビデオカメラであり、本体1201b、表示部1202b、音声入力部1203b、操作スイッチ1204b、バッテリー1205b、受像部1206bを含む。本発明の発光装置を表示部1202bとして用いたビデオカメラを作製することにより、消費電力が少なく、軽量のビデオカメラを実現できる。よって、電池の消費量が少なくなり、持ち運びも簡便になる。

【0133】図12(c)はデジタルカメラであり、本体1201c、表示部1202c、接眼部1203c、操作スイッチ1204cを含む。本発明の発光装置を表示部1202cとして用いたデジタルカメラを作製することにより、消費電力が少なく、軽量のデジタルカメラを実現できる。よって、電池の消費量が少なくなり、持ち運びも簡便になる。

【0134】図12(d)は記録媒体を備えた画像再生装置であり、本体1201d、記録媒体（CD、LD、またはDVDなど）1202d、操作スイッチ1203d、表示部(A)1204d、表示部(B)1205dを含む。表示部(A)1204dは主として画像情報を表示し、表示部(B)1205dは主として文字情報を表示す

る。本発明の発光装置をこれら表示部(A)1204dや表示部(B)1205dとして用いた前記画像再生装置を作製することにより、消費電力が少なく、軽量な前記画像再生装置を実現できる。なお、この記録媒体を備えた画像再生装置には、CD再生装置、ゲーム機器なども含む。

【0135】図12(e)は携帯型(モバイル)コンピュータであり、本体1201e、表示部1202e、受像部1203e、操作スイッチ1204e、メモリスロット1205eを含む。本発明の発光装置を表示部1202eとして用いた携帯型コンピュータを作製することにより、消費電力が少なく、薄型軽量な携帯型コンピュータを実現できる。よって、電池の消費量が少なくなり、持ち運びも簡便になる。なお、この携帯型コンピュータはフラッシュメモリや不揮発性メモリを集積化した記録媒体に情報を記録したり、それを再生したりすることができる。

【0136】図12(f)はパーソナルコンピュータであり、本体1201f、筐体1202f、表示部1203f、キーボード1204fを含む。本発明の発光装置を表示部1203fとして用いたパーソナルコンピュータを作製することにより、消費電力が少なく、薄型軽量なパーソナルコンピュータを実現できる。特に、ノートパソコンのように持ち歩く用途が必要な場合、電池の消費量や軽さの点で大きなメリットとなる。

【0137】なお、上記電気器具はインターネットなどの電子通信回線や電波などの無線通信を通じて配信される情報を表示することが多くなってきており、特に動画情報を表示する機会が増えている。有機EL素子の応答速度は非常に速く、そのような動画表示に好適である。

【0138】次に、図13(a)は携帯電話であり、本体1301a、音声出力部1302a、音声入力部1303a、表示部1304a、操作スイッチ1305a、アンテナ1306aを含む。本発明の発光装置を表示部1304aとして用いた携帯電話を作製することにより、消費電力が少なく、薄型軽量な携帯電話を実現できる。よって、電池の消費量が少なくなり、持ち運びも楽になる上にコンパクトな本体にできる。

【0139】図13(b)は音響機器(具体的には車載用オーディオ)であり、本体1301b、表示部1302b、操作スイッチ1303b、1304bを含む。本発明の発光装置を表示部1302bとして用いた音響機器を作製することにより、消費電力が少なく、軽量な音響機器を実現できる。また、本実施例では車載用オーディオを例として示すが、家庭用オーディオに用いても良い。

【0140】なお、図12～図13で示したような電気

器具において、さらに光センサを内蔵させ、使用環境の明るさを検知する手段を設けることで、使用環境の明るさに応じて発光輝度を変調させるような機能を持たせることは有効である。使用者は、使用環境の明るさに比べてコントラスト比で100～150の明るさを確保できれば、問題なく画像もしくは文字情報を認識できる。すなわち、使用環境が明るい場合は画像の輝度を上げて見やすくし、使用環境が暗い場合は画像の輝度を抑えて消費電力を抑えるといったことが可能となる。

【0141】また、本発明の発光装置を光源として用いた様々な電気器具も、低消費電力での動作や薄型軽量化が可能であるため、非常に有用と言える。代表的には、液晶表示装置のバックライトもしくはフロントライトといった光源、または照明機器の光源として本発明の発光装置を含む電気器具は、低消費電力の実現や薄型軽量化が可能である。

【0142】したがって、本実施例に示した図12～図13の電気器具の表示部を、全て液晶ディスプレイにする場合においても、その液晶ディスプレイのバックライトもしくはフロントライトとして本発明の発光装置を用いた電気器具を作製することにより、消費電力が少なく、薄くて軽量な電気器具が達成できる。

【0143】

【発明の効果】本発明を実施することで、明るく消費電力が少なく上に、コスト的にも優れた発光装置を得ることができる。さらに、そのような発光装置を光源もしくは表示部に用いることで、明るく消費電力が少なく上に、安価な電気器具を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】陽極酸化による多孔質酸化皮膜を示す図。

【図2】表面ゾルゲル法の機構を示す図。

【図3】ゼオライトを用いた有機EL素子を示す図。

【図4】有機EL素子の構造を示す図。

【図5】有機EL素子の構造を示す図。

【図6】有機EL素子の構造を示す図。

【図7】発光装置の断面構造を示す図。

【図8】発光装置の上面構造および断面構造を示す図。

【図9】発光装置の上面構造および断面構造を示す図。

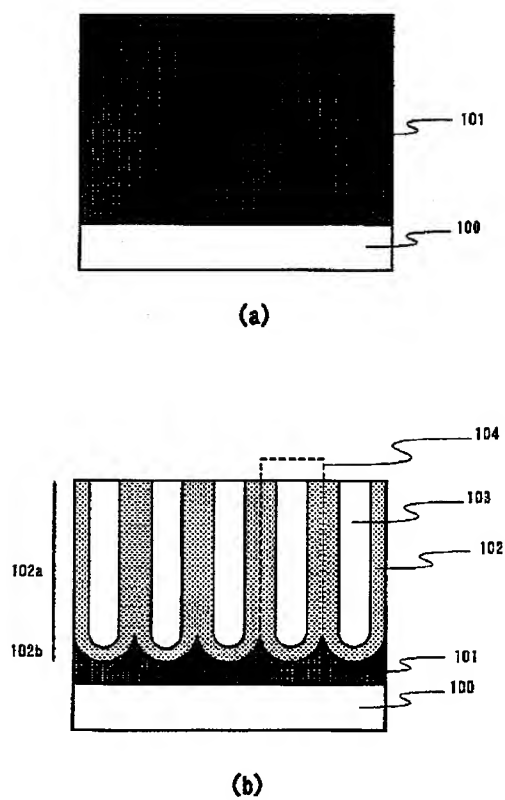
【図10】発光装置の構成を示す図。

【図11】発光装置の構成を示す図。

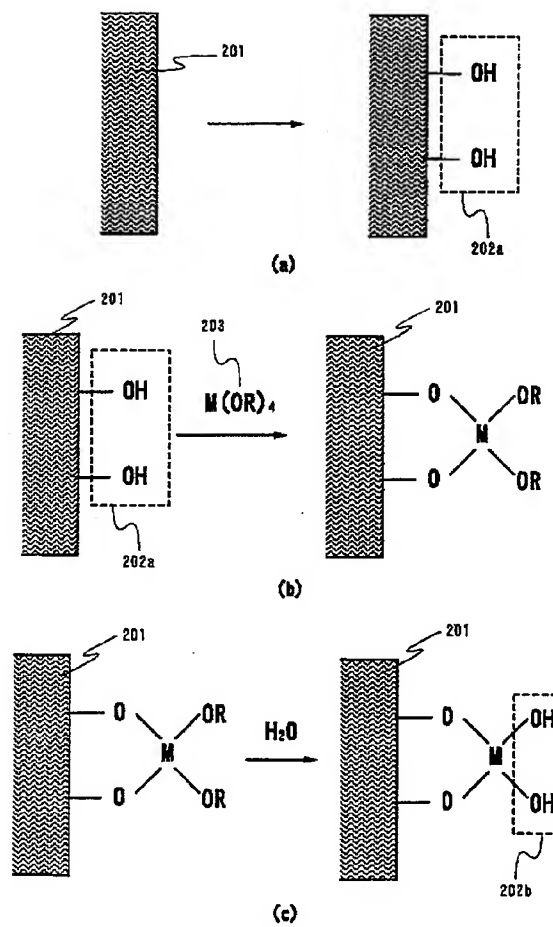
【図12】電気器具の具体例を示す図。

【図13】電気器具の具体例を示す図。

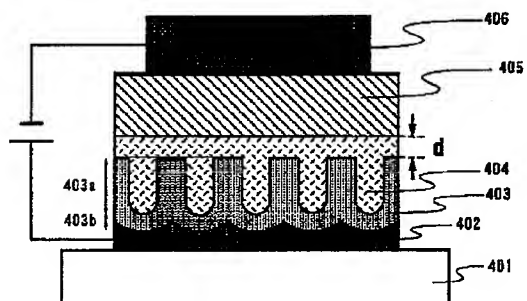
【図1】



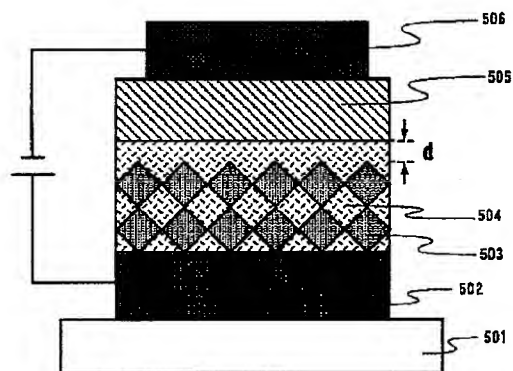
【図2】



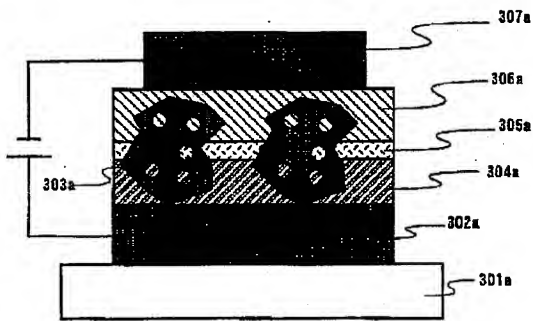
【図4】



【図5】

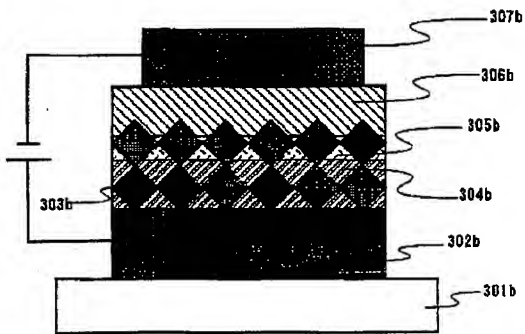
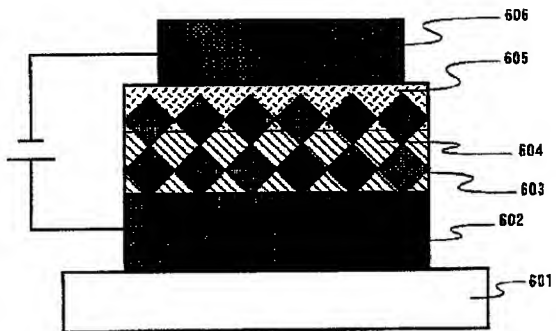


【図3】



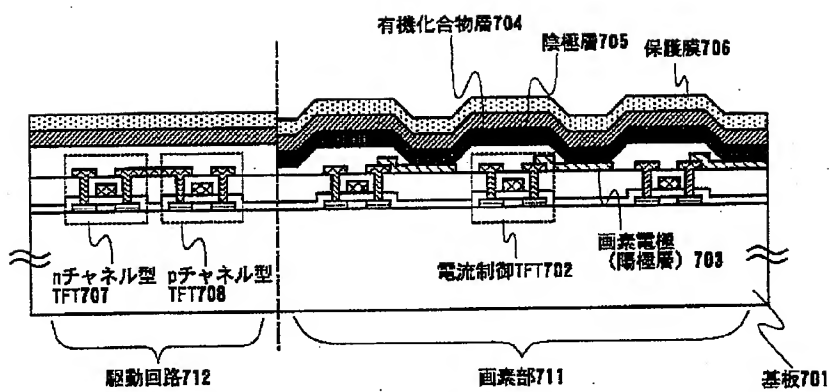
(a)

【図6】

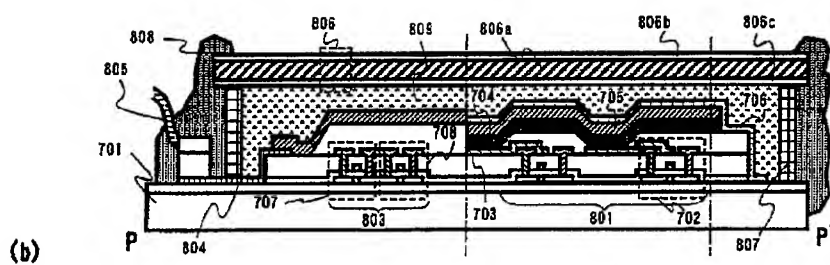


(b)

【図7】

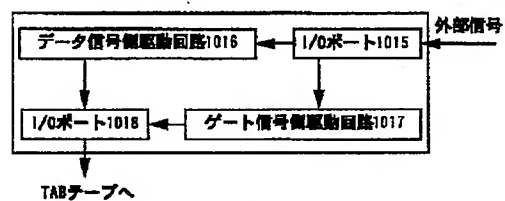
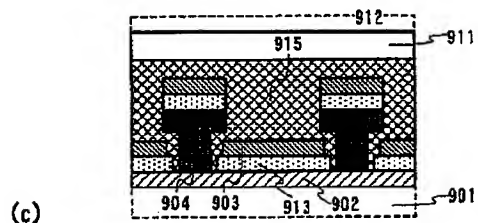
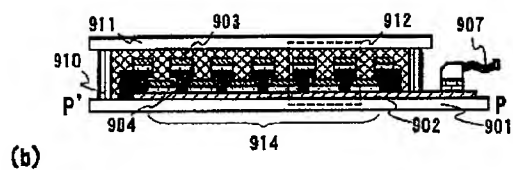




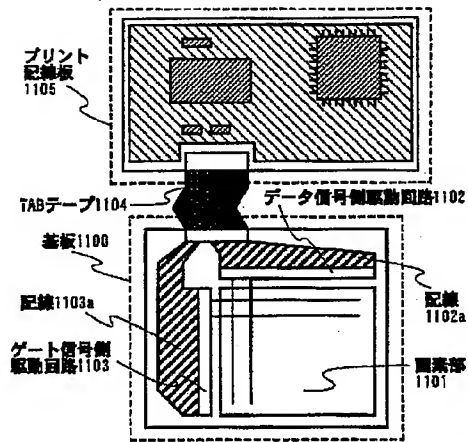


(b)

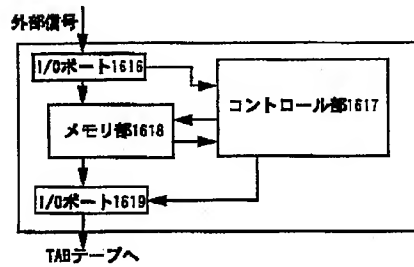
Diagram (a) is a cross-sectional view of a multi-layered structure. It features a central core (904) with a grid-like pattern, surrounded by a layer (905) with a checkerboard pattern. This is further enclosed by a layer (903) with a diagonal hatching pattern. The entire structure is bounded by a top layer (902) and a bottom layer (901). A central vertical axis is labeled P at the top and P' at the bottom. Other labels include 907, 908, 906, and 909, which point to specific features or interfaces within the structure.



【図11】

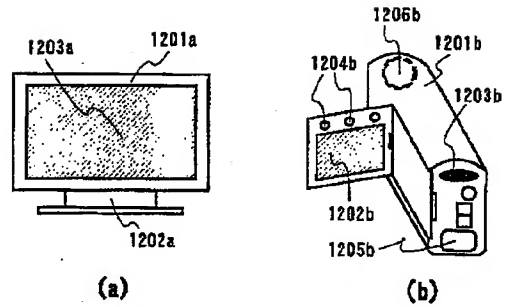


(a)



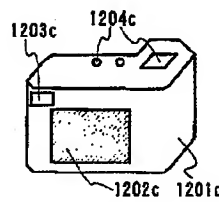
(b)

【図12】

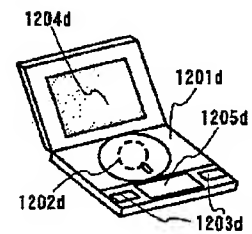


(a)

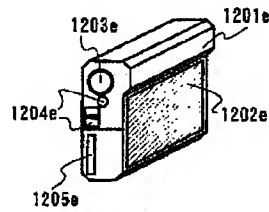
(b)



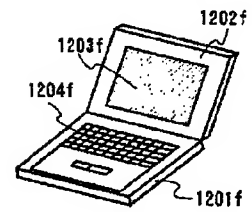
(c)



(d)

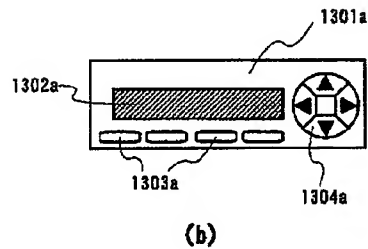
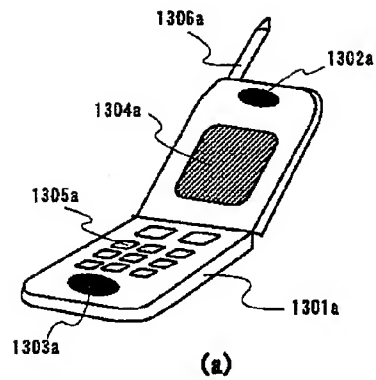


(e)



(f)

【図13】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 5 B 33/10		H 0 5 B 33/10	
33/14		33/14	A
33/22		33/22	Z

F ターム(参考) 3K007 AB02 AB05 AB18 BA06 BB01  
 CA01 CB03 CB04 DA01 DB03  
 EB00 FA01  
 5C094 AA10 AA22 AA43 AA44 BA03  
 BA27 CA19 DA09 DA14 DB01  
 DB02 EA04 EB02 FA01 FA02  
 FB01 FB02 FB12 FB14 FB15  
 FB20 GB10  
 5G435 AA03 AA16 AA17 BB05 CC09  
 EE37 EE42 EE47 HH11 HH12  
 HH20 KK05 LL04 LL07 LL14



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第7部門第1区分  
 【発行日】平成17年6月30日(2005.6.30)

【公開番号】特開2002-203687(P2002-203687A)  
 【公開日】平成14年7月19日(2002.7.19)  
 【出願番号】特願2001-329147(P2001-329147)  
 【国際特許分類第7版】

H 0 5 B 33/26  
 G 0 9 F 9/00  
 G 0 9 F 9/30  
 H 0 5 B 33/10  
 H 0 5 B 33/14  
 H 0 5 B 33/22

## 【F I】

H 0 5 B	33/26	Z
G 0 9 F	9/00	3 3 8
G 0 9 F	9/00	3 4 8 C
G 0 9 F	9/30	3 3 0 Z
G 0 9 F	9/30	3 6 5 Z
H 0 5 B	33/10	
H 0 5 B	33/14	A
H 0 5 B	33/22	Z

【手続補正書】  
 【提出日】平成16年10月25日(2004.10.25)  
 【手続補正1】  
 【補正対象書類名】明細書  
 【補正対象項目名】特許請求の範囲  
 【補正方法】変更  
 【補正の内容】  
 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

陽極層と、陰極層と、前記陽極層および前記陰極層の間に設けられた有機化合物層とを有する有機EL素子を用いた発光装置において、  
 前記陽極層または前記陰極層のうち少なくとも一方は、陽極酸化処理によって形成された酸化被膜を有し、  
 前記酸化被膜は前記有機化合物層を含浸するかまたは前記有機化合物層に接していることを特徴とする発光装置。

## 【請求項2】

陽極層と、陰極層と、前記陽極層および前記陰極層の間に設けられた有機化合物層とを有する有機EL素子を用いた発光装置において、  
 前記陽極層または前記陰極層のうち少なくとも一方は、ルビジウム以上の原子番号を有する金属からなり、かつ、陽極酸化処理によって形成された酸化被膜を有し、  
 前記酸化被膜は前記有機化合物層を含浸するかまたは前記有機化合物層に接していることを特徴とする発光装置。

## 【請求項3】

陽極層と、陰極層と、前記陽極層および前記陰極層の間に設けられた有機化合物層とを有する有機EL素子を用いた発光装置において、  
 前記陽極層は、周期表第4族、第5族、および第6族からなる群より選ばれる少なくとも

一種類以上の金属元素からなり、かつ陽極酸化処理によって形成された酸化皮膜を有し、  
前記酸化被膜は前記有機化合物層を含浸するかまたは前記有機化合物層に接していること  
を特徴とする発光装置。

【請求項4】

請求項3において、

前記金属元素は、チタン、タンタル、またはタングステンであることを特徴とする発光装置。

【請求項5】

陽極層と、陰極層と、前記陽極層および前記陰極層の間に設けられた有機化合物層とを有  
する有機EL素子を用いた発光装置において、

前記陽極層または前記陰極層のうち少なくとも一方と前記有機化合物層との間に、ゾルー  
ゲル法によって形成された金属酸化物層を有することを特徴とする発光装置。

【請求項6】

陽極層と、陰極層と、前記陽極層および前記陰極層の間に設けられた有機化合物層とを有  
する有機EL素子を用いた発光装置において、

前記陽極層または前記陰極層のうち少なくとも一方と前記有機化合物層との間に、ゾルー  
ゲル法によって形成された金属酸化物層を有し、

前記金属酸化物層はルビジウム以上の原子番号を有する金属元素を含むことを特徴とする  
発光装置。

【請求項7】

陽極層と、陰極層と、前記陽極層および前記陰極層の間に設けられた有機化合物層とを有  
する有機EL素子を用いた発光装置において、

前記陽極層と前記有機化合物層との間に、ゾルーゲル法によって形成された金属酸化物層  
を有し、

前記陽極層および前記金属酸化物層は、周期表第4族、第5族、および第6族からなる群  
より選ばれる少なくとも一種類以上の金属元素を含むことを特徴とする発光装置。

【請求項8】

請求項7において、

前記金属酸化物層が有する元素は、チタン、タンタル、またはタングステンであることを  
特徴とする発光装置。

【請求項9】

陽極層と、陰極層と、前記陽極層および前記陰極層の間に設けられた有機化合物層とを有  
する有機EL素子を用いた発光装置において、

前記有機化合物層は、ゼオライトを含有するかまたはゼオライトに接触していることを特  
徴とする発光装置。

【請求項10】

陽極層と、陰極層と、前記陽極層および前記陰極層の間に設けられた有機化合物層とを有  
する有機EL素子を用いた発光装置において、

前記有機化合物層は、ゼオライトを含有するかまたはゼオライトに接触しており、

前記ゼオライトはルビジウム以上の原子番号を有する金属元素を含むことを特徴とする発  
光装置。

【請求項11】

陽極層と、陰極層と、前記陽極層および前記陰極層の間に設けられた有機化合物層とを有  
する有機EL素子を用いた発光装置において、

前記有機化合物層は、ゼオライトを含有するかまたはゼオライトに接触しており、

前記ゼオライトはアルカリ金属元素、アルカリ土類金属元素、または希土類元素を含むこ  
とを特徴とする発光装置。

【請求項12】

請求項11において、

前記ゼオライトは、ルビジウム、ストロンチウム、セシウム、バリウム、またはイッテル

ビウム元素を有することを特徴とする発光装置。

【請求項 1 3】

請求項 1 乃至請求項 1 2 のいずれか一項に記載の発光装置を用いたことを特徴とする電気器具。